

10.22092/ijmapr.2023.360522.3254

شناسه دیجیتال (DOI):

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران

20.1001.1.17350905.1402.39.2.11.8

شناسه دیجیتال (DOR):

جلد ۳۹، شماره ۲، صفحه ۳۱۴-۳۰۳ (۱۴۰۲)

برهم کنش دور آبیاری و نیترات آمونیوم بر عملکرد رویشی و محتوای آلکالوئید گیاه دارویی مامیران (*Chelidonium majus* L.) در کشت گلدانی

پریسا کریمی^۱، امیر صحرارو^۲، هدایت زکی زاده^۳، محمدحسن بیگلویی^{۳*} و باباله فرجی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران، پست الکترونیک: Biglou@guilan.ac.ir

۴- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۱

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۱

چکیده

گیاه مامیران (*Chelidonium majus* L.) با دارا بودن آلکالوئید و خواص فارماکولوژیکی گسترده جایگاه ویژه‌ای در میان گیاهان دارویی دارد. برای بررسی تأثیر دور آبیاری و نیترات آمونیوم روی برخی از خصوصیات دارویی این گیاه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل دور آبیاری در سه سطح ۴ (I1)، ۸ (I2) و ۱۲ (I3) روز و نیترات آمونیوم در پنج سطح صفر (N0)، ۴۵ (N1)، ۶۰ (N2)، ۷۵ (N3) و ۹۵ (N4) کیلوگرم در هکتار بودند. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر صفات وزن تر ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک کل و حجم ریشه در سطح احتمال ۵٪ و وزن خشک ریشه، وزن تر کل، آلکالوئید ریشه و بخش اندام هوایی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر ریشه (۶۸/۹۲ گرم در بوته) در تیمار I2N0 بدست آمد. همچنین، بیشترین وزن تر اندام هوایی (۳۳/۵۴ گرم در بوته) و وزن تر کل بوته (۹۲/۹۲ گرم در بوته) در تیمار I2N4 بدست آمدند. بیشترین آلکالوئید ریشه (۱/۷۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و بخش هوایی (۱/۲۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) به ترتیب در تیمارهای I3N1 و I2N0 حاصل شد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تیمار دور آبیاری ۸ روز با افزایش مقدار کود از نظر عملکرد و تیمار دور آبیاری ۱۲ روز با مقدار کود کمتر (صفر الی ۶۰ کیلوگرم در هکتار) از نظر آلکالوئید بخش‌های مختلف، در تولید گیاه دارویی مامیران کبیر برای کشت گلخانه‌ای قابل پیشنهاد می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، مامیران (*Chelidonium majus* L.)، وزن ریشه، نیتروژن.

مقدمه

گیاه دارویی مامیران (*Chelidonium majus* L.) گیاهی علفی و پایاست به ارتفاع ۸۰-۳۰ سانتی‌متر که در خاک‌های مرطوب، بر روی دیوارها، نقاط متروک، اماکن سایه‌دار، حاشیه جاده‌ها و نواحی مجاور آبادی‌ها می‌روید و دارای ساقه‌هایی به ارتفاع تقریبی ۰/۵ متر ایستاده، بسیار

منشعب، شکننده، نرم و کرک‌دار و گل‌هایی به رنگ زرد و مجتمع، به‌صورت چتر ساده‌اند و دارای چهار گلبرگ زرد رنگ و دو کاسبرگ است که کاسبرگ‌های این گیاه بعد از مدتی می‌افتد. دمگل‌ها ناهم‌قد، کاسبرگ‌ها متمایل به زرد و گلبرگ‌ها در غنچه لوله شده‌اند (Ghanavi et al., 2015). پراکندگی گیاه در خاورمیانه محدود به ایران و ترکیه است



نسبت به سایر عناصر ضروری مقدار بیشتری از آن مورد نیاز است (Berenguer *et al.*, 2009). در میان عناصر غذایی، نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف و بسیار ضروری برای گیاهان به شمار می‌رود که در ساختمان مولکول‌های زیستی مانند پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم‌ها نقش دارد. وجود نیتروژن برای بیشتر فعالیت‌های متابولیکی گیاهان حیاتی است و کمبود آن تداخل فراوانی را در رشد و نمو گیاهان وارد می‌کند (Marschner, 1995). لازمه پژوهش‌های علمی دقیق روی بخش تغذیه گیاهان زراعی و دارویی نیازمند تعیین دقیق مقدار کودی مورد نیاز آن گیاه می‌باشد (Heidarzadeh *et al.*, 2020).

هیچ موجود زنده‌ای وجود ندارد که بدون وجود آب بتواند به حیات خود ادامه دهد (Ardakani, 2017). قرن‌هاست که انسان‌ها به استفاده بهینه از آب در تولید محصولات کشاورزی توجه داشته‌اند. توانایی رشد محصولات کشاورزی و مدیریت نیاز آنها به آب برای تمدن ضروریست (Darwesh *et al.*, 2020). از آنجایی که مزارع کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب است و ۷۱٪ از مصرف آب شیرین در سراسر جهان را به خود اختصاص می‌دهد، لازم است شیوه‌های مدیریت آب آبیاری از تمرکز بر تولید در واحد سطح به حداکثر رساندن تولید در واحد آب مصرفی تغییر کند (Abuarab *et al.*, 2020). ترکیب کم آبیاری و دفعات آبیاری برای دستیابی به بالاترین عملکرد و بازدهی مصرف آب مهم است. Ertek و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که بالاترین عملکرد کدوی تابستانی در خاک بافت لومی در شرایط ضریب تشنگ تبخیر ۰/۸۵ با دور آبیاری ۵ روز بدست آمد. Bigdeli و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کرده‌اند با افزایش دور آبیاری از سه روز به هفت روز عملکرد گل خشک گیاه همیشه‌بهار ۷۱/۹۲٪ کاهش یافت. Sodaeizadeh و همکاران (۲۰۱۶) طی یک آزمایش با چهار تیمار آبیاری شامل ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی در گلخانه نشان دادند که تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار پارامترهای مورفولوژیکی گیاه مرزه، مانند

که محل رویش آن در ایران نواحی شمال و شمال‌شرقی کشور (گیلان، اطراف رشت، رودبار و ...) است (Hassani *et al.*, 2016). محصول این گیاه در بازار کشورهای مختلف از سال ۱۹۹۶ به‌عنوان محصول شفابخش ثبت شده است، از جمله موارد مصرف آن می‌توان به درمان بیماری‌های عفونی، اثر درمانی بر روی پسوریازیس (psoriasis) خفیف یا متوسط، برای درمان موضعی هرپس سیمپلکس (Herpes simplex)، عفونت اطراف دهان، خاصیت ضد تومور، ضد ویروسی، ضد آنفلوآنزایی و ضد زگیلی اشاره کرد (Barense *et al.*, 2007). آلکالوئیدها متنوع‌ترین گروه را در میان ترکیب‌های نیتروژن‌دار تشکیل می‌دهند و فعالیت‌های بیولوژیکی متنوعی دارند. داروهای متعددی در بازار موجود است که از آلکالوئیدهای گیاهی طبیعی تولید می‌شوند (Debnath *et al.*, 2018). مامیران حاوی کلیدونین است که شبیه آلکالوئید پاپاورین خشخاش می‌باشد (Decker *et al.*, 2000). این آلکالوئید ضد انقباض بوده و اثر مسکن روی لوله‌های صفرا و نایچه دارد (Phillips & Foy, 1990). تاکنون بیش از ۲۰ نوع آلکالوئید مختلف در مامیران شناخته شده است. آلکالوئیدها ترکیب‌های نیتروژن‌داری هستند که منشأ گیاهی یا جانوری دارند و به‌طور کلی عمل فیزیولوژیک مشخصی روی انسان یا حیوان دارند. Davoodnia و همکاران (۲۰۱۷) از تحقیقی که انجام داده‌اند نتیجه گرفتند که میزان آلکالوئید چهار گونه گیاه خشخاش از جنس Papaver در شرایط تنش آبی در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال ۲۸/۸۰٪ بیشتر بود. همچنین Honório و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی که انجام دادند میزان آلکالوئید گیاه مارلو را در شرایط تنش خشکی (-1.5 Mpa) ۳۲/۹۱٪ بیشتر از شرایط ظرفیت زراعی (-0.01 Mpa) گزارش کرده‌اند.

بررسی نیازهای تغذیه‌ای گیاهان دارویی در رسیدن به عملکرد مناسب و اقتصادی این گیاهان نقش به‌سزایی دارد. از جمله عناصر غذایی ضروری مورد نیاز گیاهان می‌توان به نیتروژن اشاره کرد. نیتروژن، کلیدی‌ترین عنصری است که باعث باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی می‌شود و

این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل تیمارهای دور آبیاری با سه سطح (۴، ۸ و ۱۲ روز) و کود نیتروژن بر پایه نترات آمونیوم با پنج سطح (۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۵ کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار اجرا شد (جدول ۳). مقدار آب آبیاری که در هر نوبت به گلدان‌ها داده شد با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید (Alizadeh, 2016).

$$dn = \frac{FC-PWP}{100} \times pb \times Dr \times F \quad \text{رابطه ۱}$$

$$V = dn \times A \quad \text{رابطه ۲}$$

در این روابط؛ dn: نیاز خالص آب آبیاری (mm)، FC: ظرفیت زراعی (%، PWP: نقطه پژمردگی دائم (%، p_b : جرم مخصوص ظاهری خاک (g.cm^{-3} ، Dr: عمق مؤثر ریشه (cm)، F: ضریب مدیریت آبیاری (۵۰٪ رطوبت قابل دسترس خاک)، A: سطح متوسط خاک در گلدان (cm) و V: حجم آبی که به هر گلدان در هر نوبت آبیاری داده شد (cm^3).

مقدار کود نیتروژن (بر پایه نترات آمونیوم) مورد نیاز هر گلدان براساس سطح خاک هر گلدان با در نظر گرفتن متوسط قطر داخلی آن محاسبه و طبق سطوح تیمار کودی مورد مطالعه بر حسب کیلوگرم بر هکتار تعیین شد. تیمارهای کودی تعریف شده در دو نوبت (هر ۲۴ روز) به نسبت مساوی برای تمامی گلدان‌ها به صورت هم‌زمان اعمال گردید.

وزن خشک ریشه و اندام هوایی می‌شود. با وجود گزارش‌های متعدد در مورد تأثیر کودهای نیتروژنی و دور آبیاری در ارتباط با گیاهان دارویی مختلف، هنوز اطلاع جامع و کاملی از تأثیر این عوامل و سطوح بهینه آنها برای کشت گیاه دارویی مامیران وجود ندارد. بنابراین هدف از این پژوهش ارزیابی فاکتورهای مورفولوژیکی و برخی صفات فیزیولوژی گیاه دارویی مامیران در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی اثر تعداد دور آبیاری و نترات آمونیوم بر برخی خصوصیات گیاه دارویی مامیران در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. برای تهیه بستر کاشت، خاک باغچه، ماسه بادی و کود دامی با نسبت (۱:۱:۱) با هم مخلوط و گلدان‌هایی با قطر متوسط ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر پر شدند. در داخل هر گلدان حدود ۶ کیلوگرم خاک هوا خشک ریخته شد و قبل از اعمال تیمار آبیاری از خاک گلدان‌ها برای تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه تهیه و به آزمایشگاه تحقیقات آب و خاک مؤسسه تحقیقات برنج کشور منتقل گردید (جدول ۱). بذر گیاه دارویی مامیران از کلکسیون گیاهان دارویی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان تهیه و در هر گلدان نشاء به دلیل ریز بودن بذر گیاه حدود ۶-۵ بذر کاشته شد و بوته‌ها بعد از مرحله پنجه‌زنی به گلدان‌های اصلی منتقل شدند.

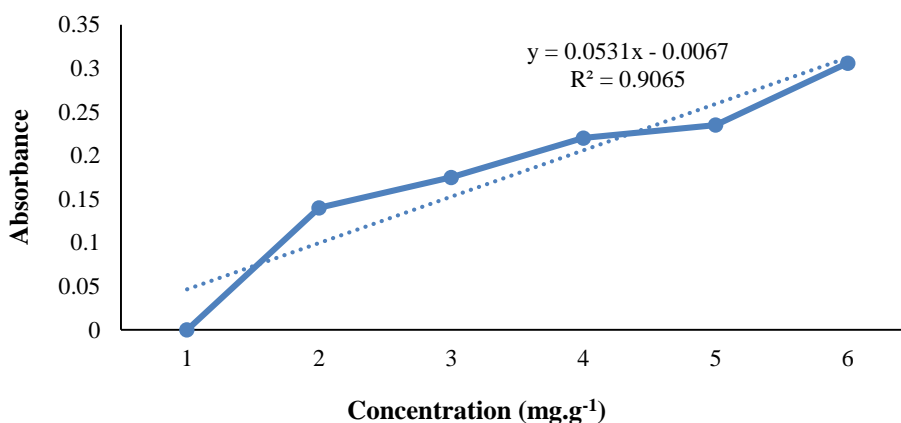
جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Some physicochemical characteristics of experimental soil

Soil bulk density (g.cm^{-3})	PWP (%)	FC (%)	Soil texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
1.55	9	21	Sandy loamy	10	22	68
(EC) (dS.m^{-1})	pH	Organic carbon (%)	Nitrogen (%)	Phosphorus (mg.kg^{-1})	Potassium (mg.kg^{-1})	Calcium (mg.kg^{-1})
1	7.5	1.12	0.25	74.7	236	432

آتروپین (۰/۰۱ گرم) در ۱۰۰ میلی لیتر متانول آماده گردید، سپس به مقادیر صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ میلی لیتر در لوله های آزمایش به طور جداگانه ریخته و ۵ میلی لیتر از محلول بافر فسفات با اسیدیته ۴/۷ و ۵ میلی لیتر از محلول بروموکروزول گرین به هر یک از لوله های حاوی محلول آتروپین اضافه و با مقادیر ۴، ۳، ۲ و ۱ میلی لیتر از کلروفرم، ترکیب و هم زده شد و مخلوط گردید و در پایان با کلروفرم به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده و همه نمونه ها در طول موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. برای تهیه بلانک، طبق روش ذکر شده پیش رفته ولی از محلول استاندارد آتروپین استفاده نشد و بجای آن از کلروفرم استفاده شد (Shamsa et al., 2008).

در پایان آزمایش هنگامی که گیاهان گل دادند، برای محاسبه میزان رشد ریشه و اندام های هوایی، بوته ها از گلدان خارج و ریشه های آنها از قسمت آسمانه و بستر کشت جدا شد. پس از شستشوی ریشه ها، هر یک به طور جداگانه با ترازوی دیجیتالی حساس (مدل Sartorius) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون تهویه دار برای تعیین وزن خشک آنها خشکانده شد. حجم ریشه ها با استفاده از استوانه مدرج، طبق قانون ارشمیدس با اختلاف حجم اولیه و حجم ثانویه تعیین شد. برای رسم منحنی استاندارد (شکل ۱) از محلول استاندارد



شکل ۱- منحنی استاندارد (جذب با غلظت آتروپین در طول موج ۴۷۰ نانومتر)

Figure 1. Standard curve (absorption with atropine concentration at 470 nm wavelength)

شده توسط دستگاه تقطیر در خلأ در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد خشک گردید. بخش باقی مانده از تقطیر توسط هیدروکلرید اسید ۲ نرمال حل و با استفاده از کاغذ صافی واتمن فیلتر شد. سپس یک میلی لیتر از محلول فیلتر شده به لوله آزمایش جدا منتقل و با ۱۰ میلی لیتر کلروفرم شستشو داده شد و این عمل ۳ بار تکرار گردید. محلول پس از شستشو با کلروفرم با استفاده از NaOH ۰/۱ نرمال به pH هفت تنظیم شد. سپس ۵ میلی لیتر محلول بروموکروزول گرین و ۵ میلی لیتر بافر فسفات به لوله های آزمایش حاوی محلول اضافه و با مقادیر ۴، ۳، ۲ و ۱ میلی لیتر کلروفرم شستشو و در نهایت بعد

استخراج آکالوئیدها

پس از برداشت کامل گیاه و جدا کردن ناخالصی ها که شامل گرد و خاک و برگ های آلوده بود، بخش هوایی و زمینی گیاه از محل طوقه کاملاً جدا شد و بعد از خشکاندن نمونه ها، توسط آسیاب برقی پودر گردید و با ترازوی دیجیتالی دقیق، پنج گرم از هر نمونه توزین شد و داخل فالكون هایی با حجم ۵۰ میلی لیتر منتقل و با ۲۵ میلی لیتر متانول به روش خیس کردن (Maceration) با استفاده از دستگاه شیکر با ۳۰۰۰ دور در دقیقه و ۲۴ ساعت عمل استخراج عصاره انجام شد. سپس عصاره حاصل با کاغذ صافی واتمن فیلتر شد. عصاره فیلتر

هر دور آبیاری، تعداد دور آبیاری و حجم کل آب داده شده در طول دوره رشد گیاه در جدول ۲ ارائه شده است. همانطوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری در هر سه تیمار یکسان بود، ولی حجم کل آب مصرفی در تیمار تعداد دور آبیاری چهار روز بیشتر از تعداد دور آبیاری ۸ و ۱۲ روز بود. بنابراین با کاهش فاصله آبیاری تعداد دور آبیاری افزایش و حجم آب مصرفی نیز افزایش یافت (Fazeli Kakhki et al., 2020).

از شستشو به حجم ۱۰ میلی‌لیتر با کلروفورم رسانده شده و در طول موج ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر خوانده شد (Shamsa et al., 2008).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. میانگین‌ها از طریق آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ مقایسه شدند. نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

آب مصرفی

میانگین حجم آب آبیاری داده شده به هر گلدان در

جدول ۲- میانگین حجم آب داده شده در هر نوبت، دفعات آبیاری و حجم کل آب داده شده در طول دوره رشد گیاه مامیران کبیر برای تیمارهای مختلف آبیاری

Table 2. Average water volume given each time, irrigation frequency, and total water volume given during *Chelidonium majus* growth period for different irrigation treatments

Total water volume given during plant growth period (l)	Irrigation frequency	average	Treatment
		Average water volume given each time (l)	
21.46	58	0.37	4 day
10.73	29	0.37	8 day
7.03	19	0.37	12 day

نیترژن لازم در خاک همراه با دور آبیاری مناسب می‌تواند منجر به حصول حداکثر عملکرد ریشه شود که در این تحقیق تیمار دور آبیاری ۸ روز در شرایط بدون استفاده از کود نیترژن در مقایسه با تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۱۲ روز به ترتیب ۵۷/۲۴٪ و ۴۶/۷۳٪ عملکرد ریشه بیشتری داشت. همچنین برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیترژن بر میانگین وزن خشک ریشه گیاه نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه با ۹/۵ گرم در بوته مربوط به تیمار دور آبیاری ۴ روز و کود ۹۵ کیلوگرم بر هکتار بود و کمترین آن با ۴/۲۵ گرم در بوته مربوط به تیمار دور آبیاری ۱۲ روز و کود ۴۵ کیلوگرم بر هکتار بود که با برخی تیمارها مانند دور آبیاری ۱۲ روز و کود صفر اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر دور آبیاری و برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیترژن بر وزن تر ریشه در سطح احتمال ۵٪ و بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیترژن بر میانگین وزن تر ریشه گیاه نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه با ۶۸/۹۲ گرم در بوته مربوط به تیمار دور آبیاری ۸ روز و کود شاهد (بدون کود) بود و کمترین آن با ۲۸/۷ گرم در بوته مربوط به تیمار دور آبیاری ۱۲ روز و کودی ۶۰ کیلوگرم بر هکتار بود که با تیمارهای نیترژن در دور آبیاری ۱۲ روز اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بنابراین کمبود رطوبت خاک را تا یک حد مجاز نمی‌توان با افزایش مقدار کود جبران کرد، بدین معنی که وجود کود

جدول ۳ - تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه دارویی مامیران کبیر تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و کود نیترات آمونیوم

Table 3. ANOVA of *Chelidonium majus* morphological traits affected by irrigation interval and ammonium nitrate fertilizer

S.O.V.	d.f.	M.S.						
		Root fresh weight	Root dry weight	Aerial parts fresh weight	Aerial parts dry weight	Fresh weight of entire plant	Dry weight of entire plant	Root volume
Irrigation interval (I)	2	2660.7**	23.04**	150.7**	3.66**	3481.7**	24.88**	2310.7**
Ammonium nitrate fertilizer (N)	4	128.7 ns	10.14**	112.7**	6.21**	399.8**	41.13**	86.03 ns
I × N	8	154.7*	6.16**	38.06*	0.85*	209.51**	4.53*	130.2*
Experimental error	45	62.75	1.55	15.15	0.31	72.2	1.90	55.62
C.V. (%)	-	17.40	18.20	17.58	14.57	12.56	12.68	18.56

n.s., *, and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴ - مقایسه میانگین برهم کنش دور آبیاری و کود نیترات آمونیوم بر برخی صفات مورفولوژیک گیاه دارویی مامیران کبیر

Table 4. Means comparison of irrigation interval × ammonium nitrate fertilizer effects on some *Chelidonium majus* morphological traits

Irrigation interval (day)	Ammonium nitrate	Root fresh weight (g.plant ⁻¹)	Root dry weight (g.plant ⁻¹)	Aerial parts fresh weight (g.plant ⁻¹)	Aerial parts dry weight (g.plant ⁻¹)	Fresh weight of entire plant (g.plant ⁻¹)	Dry weight of entire plant (g.plant ⁻¹)	Root volume (cm ³)
4	0	39.45 b-e	6.73 a-d	12.99 c	2.08 d	52.44 ef	8.82 cd	25 f
4	45	45.02 b-e	5.57 b-d	19.53 bc	2.75 cd	64.55 c-f	8.33 d	36.33 a-f
4	60	48.16 a-e	5.58 b-d	19.06 bc	3.55 b-d	67.22 b-f	9.13 b-d	44 a-f
4	75	54.26 a-d	7.79 a-d	27.94 ab	4.07 bc	82.21 a-d	11.86 a-d	49 a-d
4	95	50.9 a-e	9.5 a	26.33 ab	4.24 bc	77.24 a-e	13.74 a	49.66 a-c
8	0	68.92 a	5.12 cd	21.67 bc	3.33 b-d	90.59 ab	8.45 cd	54.33 a
8	45	45.16 a-e	9.45 a	24.1 a-c	3.64 b-d	69.26 a-f	13.09 ab	48.33 a-e
8	60	47.42 a-e	8.86 a-c	24.36 a-c	3.65 b-d	71.79 a-e	12.51 a-c	51.33 ab
8	75	62.25 ab	9.03 ab	24.69 a-c	4.57 b	86.94 a-c	13.6 a	54 a
8	95	59.37 a-c	7.45 a-d	33.54 a	6.44 a	92.92 a	13.98 a	53.33 a
12	0	32.21 de	4.52 d	20.36 bc	3.24 b-d	52.57 ef	7.77 d	30 b-f
12	45	34.33 de	4.25 d	18.08 bc	3.54 b-d	52.41 ef	7.79 d	28.33 c-f
12	60	28.7 e	5.36 b-d	16.66 bc	3.91 bc	45.36 f	9.27 b-d	26 ef
12	75	29.3 e	6.22 a-d	22.84 a-c	4.02 bc	52.15 ef	10.9 a-d	26 ef
12	95	37.12 c-e	7.35 a-d	19.83 bc	4.4 bc	56.95 d-f	13.75 a	27 d-f

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Tukey test).

وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر وزن تر و خشک بخش هوایی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی برهم‌کنش

دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین وزن تر بخش هوایی گیاه نشان داد که بیشترین وزن تر بخش هوایی با ۳۳/۵۴ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۸ روز و تیمار کودی ۹۵ کیلوگرم بر هکتار و کمترین آن با ۱۲/۹۹ گرم در

بوته مربوط به دور آبیاری ۴ روز و تیمار کود شاهد بود (جدول ۴). همچنین بررسی برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین وزن خشک بخش هوایی گیاه نشان داد که بیشترین وزن خشک بخش هوایی با ۶/۴۴ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۸ روز و تیمار کودی ۹۵ کیلوگرم بر هکتار و کمترین آن با ۲/۰۸ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۴ روز و تیمار کود شاهد بود (جدول ۴).

وزن تر و خشک کل بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر دور آبیاری و کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪، برهم‌کنش این دو در سطح احتمال ۱٪ بر وزن تر کل بوته و در سطح احتمال ۵٪ بر وزن خشک کل بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین وزن تر کل بوته نشان داد که بیشترین وزن آن با ۹۲/۹۲ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۸ روز و تیمار کودی ۹۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن تر بوته با ۴۵/۳۶ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۱۲ روز و تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). همچنین بررسی برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین وزن خشک کل بوته نشان داد که بیشترین وزن خشک کل بوته با ۱۳/۹۸ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۸ روز و تیمار کودی ۹۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن خشک بوته با ۷/۷۷ گرم در بوته مربوط به دور آبیاری ۱۲ روز و کود شاهد بود (جدول ۴).

حجم ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر دور آبیاری در سطح احتمال ۱٪ و برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ بر حجم ریشه معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین حجم ریشه گیاه نشان داد که بیشترین حجم ریشه با ۵۴/۳۳ سانتی‌متر مکعب در بوته در دور

آبیاری ۸ روز در تیمار کودی شاهد بدست آمد و کمترین آن با ۰/۲۵ سانتی‌متر مکعب در بوته در دور آبیاری ۴ روز در تیمار کودی شاهد مشاهده شد. بنابراین افزایش کود نیتروژن نتوانست کمبود آب را در دور آبیاری ۱۲ روز جبران کند (جدول ۴). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که حجم ریشه گیاه مامیران کبیر در دور آبیاری ۸ روز به خودی خود بدون اعمال کود نیتروژن حجم بالایی دارد. افزایش حجم ریشه در دور آبیاری ۴ روز از نظر افزایش میزان کود روند منظمی داشت و با افزایش کود مقدار حجم ریشه بیشتر شد. از نتایج این تحقیق می‌توان چنین استنباط کرد که هر چند برای تولید بیشترین حجم ریشه نیاز به مقدار آب و کود مناسب است ولی رابطه بین مقدار آب، کود و حجم ریشه گیاه مامیران کبیر بسیار پیچیده بوده و نیاز به آزمایش‌های گلخانه‌ای و صحرایی بیشتری دارد.

آلکالوئید ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر دور آبیاری و کود نیتروژن و برهم‌کنش این دو بر مقدار آلکالوئید ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). بررسی برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین عملکرد آلکالوئید ریشه نشان داد که بیشترین محتوای آلکالوئید ریشه با ۱/۷۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک مربوط به دور آبیاری ۱۲ روز و تیمار کود ۴۵ کیلوگرم در هکتار بود که با برخی تیمارها مانند دور آبیاری ۱۲ روز در تمام سطوح نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین محتوای آلکالوئید ریشه با ۰/۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک مربوط به دور آبیاری ۴ روز و تیمار کود شاهد بود. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش فاصله آبیاری مقدار آلکالوئید ریشه افزایش یافت، به عبارتی با کمبود آب ریشه‌های گیاه به سمت تولید آلکالوئید بیشتر پیش رفتند (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس آلکالوئید ریشه و بخش هوایی گیاه مامیران کبیر تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و کود نیترات آمونیوم

Table 5. ANOVA of *Chelidonium majus* root or aerial parts alkaloid content affected by irrigation interval and ammonium nitrate fertilizer

S.O.V.	d.f.	M.S.	
		Root alkaloid content	Aerial parts alkaloid content
Irrigation interval (I)	2	2.98**	0.65**
Ammonium nitrate fertilizer (N)	4	0.26**	0.11**
I × N	8	0.04**	0.17**
Experimental error	45	0.005	0.002
C.V. (%)	-	6.01	9.04

** : significant at 1% probability level.

آلکالوئید اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر دور آبیاری و کود نیتروژن و برهم‌کنش این دو بر مقدار آلکالوئید بخش هوایی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌های برهم‌کنش بین دور آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که از نظر مقدار آلکالوئید بخش

هوایی اختلاف معنی‌داری دارد، به طوری که بیشترین محتوای آلکالوئید بخش هوایی با ۱/۲۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک مربوط به دور آبیاری ۸ روز و تیمار کود صفر کیلوگرم در هکتار (شاهد) بود و کمترین آن با ۰/۲۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک مربوط به دور آبیاری ۴ روز و تیمار کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین برهم‌کنش دور آبیاری و کود نیترات آمونیوم بر آلکالوئید گیاه دارویی مامیران کبیر

Table 6. Means comparison of irrigation interval × ammonium nitrate fertilizer on some *Chelidonium majus* traits

Irrigation interval (day)	Ammonium nitrate	Roots alkaloid content (mg.g ⁻¹ DW)	Aerial parts alkaloid content (mg.g ⁻¹ DW)
4	0	0.39 f	0.409 e-g
4	45	0.75 e	0.278 gh
4	60	1.04 c	0.697 c
4	75	0.80 de	0.221 h
4	95	0.85 c-e	0.267 gh
8	0	1.01 cd	1.23 a
8	45	1.52 ab	0.383 fg
8	60	1.55 a	0.619 cd
8	75	1.30 b	0.918 b
8	95	1.49 ab	0.665 c
12	0	1.52 ab	0.355 gh
12	45	1.72 a	0.55 cde
12	60	1.68 a	0.643 cd
12	75	1.63 a	0.663 c
12	95	1.58 a	0.508 d-f

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Tukey test).

بحث

نتایج بدست آمده نشان داد که وزن ریشه در تیمار دور آبیاری ۴ و ۱۲ روز در مقایسه با دور آبیاری ۸ روز در شرایط بدون استفاده از کود نیتروژن کاهش یافت. این کاهش در دور آبیاری ۴ و ۱۲ روز می‌تواند به ترتیب ناشی از بیش آبیاری و کم آبیاری باشد. در واقع با افزایش دور آبیاری گیاه وارد تنش شده و کاهش وزن ریشه را به همراه داشته است. Sodaeizadeh و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر تنش آبی بر صفات مورفولوژیکی ریشه گیاه مرزه بیان کردند که تنش خشکی بر وزن خشک ریشه، ضخامت و طول ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی اثر معنی‌داری داشت. کاهش معنی‌دار ماده خشک ریشه در اثر افزایش تنش خشکی، دلالت بر تحت تأثیر قرار گرفتن ریشه به‌عنوان یکی از مهمترین اجزای گیاه در اثر این پدیده محیطی دارد. در واقع با پیشرفت تنش آبی همچنان که فتوسنتز برگ کاهش پیدا می‌کند، احتیاجات قندی برای تنظیم اسمزی در گیاهان زیاد شده و به دنبال آن رشد ریشه به‌طور اجتناب‌ناپذیری متوقف می‌گردد. Davoodnia و همکاران (۲۰۱۷) تحقیقی که روی چهار گونه خشخاش از جنس *Papaver* انجام دادند نتیجه گرفتند که وزن تر و خشک ریشه در شرایط تنش خشکی در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال به ترتیب ۳۹/۰۷٪ و ۳۴/۶۶٪ کاهش یافت. همچنین Saeedidia و همکاران (۲۰۱۹) اثر تنش آبی بر صفات مورفولوژیک گیاه دارویی مرزه را بررسی و نشان دادند افزایش تنش آبی موجب کاهش وزن خشک ریشه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای دور آبیاری و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی در دور آبیاری ۸ روز با تیمار کودی ۹۵ کیلوگرم بر هکتار بدست آمد که با نتایج تحقیق Davoodnia و همکاران (۲۰۱۷) مبنی بر اینکه وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه خشخاش در شرایط تنش خشکی در مقایسه با شراست آبیاری نرمال به ترتیب ۱۰/۱۷٪ و ۲۲/۷۴٪ کاهش داشت، مطابقت دارد. پژوهشی که توسط Fazeli Kakhki و

همکاران (۲۰۲۰) انجام شد وزن خشک اندام هوایی گیاه گل‌مغربی تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری معنی‌دار گردید، به‌طوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی از تیمار ۱۰ روز آبیاری بدست آمد که نسبت به تیمارهای ۷ و ۱۴ روز به ترتیب حدود ۳۷٪ و ۳۶٪ بیشتر بود و نتایج مشابهی که توسط Safikhani و همکاران (۲۰۰۷) روی گیاه دارویی بادرشبو بدست آمده با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج نشان داده که نیتروژن باعث افزایش وزن تر و خشک گیاه دارویی مامیران کبیر شد که با نتایج Bist و همکاران (۲۰۰۰) مبنی بر اینکه رشد و عملکرد گیاه شوید با کاربرد کودهای نیتروژنه به علت افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه افزایش می‌یابد، مطابقت دارد. Mandal و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که کاربرد مقادیر مختلف کودهای شیمیایی تأثیر قابل توجهی بر روی رشد و عملکرد گیاه اسفرزه داشت، به‌طوری که تیمار عدم مصرف کود شیمیایی عملکرد بسیار کمتری نسبت به سایر تیمارها داشت (Kolodziej, 2006) که با نتایج بدست آمده مطابقت دارد. گیاه در شرایط بدون تنش خشکی از وضعیت آماس سلولی مناسبی برخوردار است که در این شرایط، ظرفیت فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن فراهم می‌باشد. از این‌رو، این شرایط باعث افزایش فعالیت متابولیسمی و رشد و سرعت توسعه ریشه می‌گردد، به‌طوری که با رشد ریشه جذب یون‌های غذایی بیشتر می‌شود و با تولید اندام هوایی زیادتر، انرژی موجود از طریق فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد (Kafee & Damghani, 2000)، ولی در شرایط تنش خشکی محدودیت‌های تغذیه‌ای که از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم ایجاد می‌شود، رشد و سرعت توسعه ریشه را کاهش داده و به تبع آن تولید اندام هوایی کمتر و انرژی موجود از طریق فتوسنتز کاهش می‌یابد (Gregory, 2006). بررسی‌ها نشان می‌دهد، اساس تولید ماده خشک گیاهی به قدرت منبع و مخزن وابسته است و تنش‌های محیطی با تأثیر بر کاهش سطح فتوسنتز کننده توان منبع و مخزن را تحت تأثیر قرار می‌دهد

References

- و همکاران (۲۰۱۷) بر روی کینوا انجام شده به تغییرات معنی‌دار اجزای عملکرد آن در اثر دوره‌های مختلف آبیاری اشاره شده و بیان کرده‌اند که آبیاری بیش از حد در دوره‌های آبیاری ۳ روز باعث شستشوی عناصر غذایی در خاک شده و موجب کاهش رشد رویشی (ارتفاع کل و وزن کل اندام هوایی) کینوا شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نتایج مشابهی توسط Safikhani و همکاران (۲۰۰۷) که روی گیاه دارویی بادرشبو انجام شده، بدست آمده است. Hassani (۲۰۱۵) با تحقیق گلدانی روی گیاه دارویی بادرشبو نشان داد که با کاهش مقدار آب خاک عملکرد ماده تر و خشک این گیاه کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.
- با توجه به اینکه مواد مؤثره گیاهی در هنگام تنش آبی به بیشترین حد خود می‌رسند، در گیاه مامیران کبیر نیز آلکالوئید ریشه در دور آبیاری ۱۲ روز به بیشترین مقدار خود رسید که با نتایج Asadi Kavan و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر اینکه تنش خشکی شدید و متوسط در گیاه آنیسون باعث افزایش میزان مواد مؤثره شده است، مطابقت دارد. در آزمایشی که Fabriki Orang & Shamsini Ghiathovand (۲۰۱۶) انجام دادند مشاهده کردند که با اعمال کمترین سطح خشکی (۷۰٪ ظرفیت زراعی)، میزان آلکالوئید کل برگ مامیران کبیر نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافت اما با افزایش میزان تنش خشکی میزان آلکالوئید کل برگ افزایش یافت، به طوری که در تنش ۴۰٪ ظرفیت زراعی به حداکثر خود رسید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.
- با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که برهم‌کنش دور آبیاری ۸ روز با سطح کود نیتروژن ۹۵ کیلوگرم بر هکتار برای صفات کمی از جمله وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک بخش هوایی و وزن تر و خشک کل بوته و دور آبیاری ۱۲ روز با سطح کود ۷۵ کیلوگرم بر هکتار و کمتر از آن برای آلکالوئید گیاه مامیران بهترین نتیجه را ارائه می‌دهد.
- Abuarab, M.E., Hafez, S.M., Shahein, M.M., Hassan, A.M., El-Sawy, M.B., El-Mogy, M.M. and Abdeldaym, E.A., 2020. Irrigation scheduling for green beans grown in clay loam soil under a drip irrigation system. *Water SA*, 46(4): 573-582.
 - Alizadeh, A., 2016. *Soil, Water and Plant Relationships*. Astan Quds Razavi Publications, 14th edition, 615p.
 - Algozaibi, A.M., Badran, A.E., Almadini, A.M. and El-Garawany, M.M., 2017. The Effect of Irrigation Intervals on the Growth and Yield of Quinoa Crop and Its Components. *Journal of Agricultural Science*, 9(9): 182-191.
 - Ardakani, M.R., 2017. *Ecology*. Publishing and Printing Institute of Tehran University, 340p.
 - Asadi Kavan, Zh., Ghorbanli, M. and Sateei, A. 2010. The effect of drought stress and exogenous ascorbate on photosynthetic pigments, flavonoids, phenol compounds and lipid peroxidation in *Pimpinella anisum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(4): 456-469.
 - Barens, M.D., Gaffan, D. and Graham, K.S., 2007. The human medial temporal lobe processes online representations of complex objects. *Neuropsychologia*, 45: 2963-2974.
 - Berenguer, P., Santiveri, F., Boixadera, J. and Lloveras, J., 2009. Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 30: 163-171.
 - Bigdeli, F., Biglouei, M.H., Moghaddam, S.S. and Monsee Shabestari, A.A., 2022. Morpho-Physiological and Antioxidant Traits of Marigold cv. 'Sparse Petal' and 'Compact Petal' as Influenced by Irrigation Intervals. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42: 1991-2005.
 - Bist, L.D., Kewaland, C.S. and Sobran, S., 2000. Effect of planting geometry and level of nitrogen on growth and yield quality of European Dill (*Anethum graveolens*). *Journal of Horticulture*, 57: 351-355.
 - Darwesh, R.Kh., Farrag, D.Kh. and Okasha, E.M., 2020. Irrigation interval, oxygenated water and seed soaking for improving water productivity and squash production. *Plant archives*, 20(2): 9157-9169.
 - Davoodnia, B., Ahmadi, J. and Fabriki-Ourang, S., 2017. Evaluation of drought and salinity stresses on morphological and biochemical characteristics in four species of Papaver. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 5(2): 24-36.
 - Debnath, B., Singh, W.S., Das, M., Goswami, S., Singh, M.K., Maiti, D. and Manna, K., 2018. Role of plant alkaloids on human health: A review of

- Vázquez, M., da Silva, M.R., Campos, F.G., Martin, B.C., da Silva, G.C., Fernandes Boaro, C.S. and Ferreira, G., 2021. Impact of drought and flooding on alkaloid production in *Annona crassiflora* Mart. *Horticulturae*, 7(10): 414. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100414>.
- Kafee, M. and Damghani, A., 2000. Mechanisms of Resistance to Environmental Stresses. Publications of Ferdowsi University of Mashhad, 472p.
 - Kolodziej, B., 2006. Effect of mineral fertilization on Ribwort plantation (*Plantago lanceolata* L.) yielding. *Acta Agrophysica*, 8(3): 637-647.
 - Mandal, K., Saravanan, R. and Maiti, S., 2008. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of *Plantago ovata*. *Crop protection*, 27(6): 988-995.
 - Marschner, P., 1995. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK, 889p.
 - Nouri, H., Ahmadi, A. and Poustini, K., 2014. Response of weigh cultivars to source size reduction at flowering stage: grain number and weigh, Chlorophyll stability and stem reserves. *International Journal of Agriculture and Crop efficiency of use of energy, nitrogen and water*. *The New Phytologist*, 101: 25-77.
 - Saeedia, M., Hossinian, S.H. and Beiranvand, F., 2019. The effect of water stress on evapotranspiration and morphological characteristics of *Satureja hortensis*. *Iran Water and Soil Researchs*, 50(8): 2064-2072.
 - Safikhani, F., Heydari Sharifabad, H., Siadat, A., Sharifi Ashourabadi, A., Seidenjad, M. and Abbaszadeh, B., 2007. The effect of drought stress on the performance and morphological characteristics of the medicinal plant (*Dracocephalum moldavica*). *Scientific research quarterly of medicinal and aromatic plants*, 23(2): 194-183.
 - Shamsa, F., Monsef, H., Ghamooshi, R. and Verdianrizi, M., 2008. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32: 17-20.
 - Sodaiezadeh, H., Shamsaie, M., Tajamolijan, M., Mirmohammadi Meybodi, A.M. and Hakimzadeh, M.A., 2016. The effects of water stress on some morphological and physiological characteristics of *satureja hortensis*. *Journal of plant process and function*, 5(15): 1-11.
 - biological activities. *Materials Today Chemistry*, 9: 56-72.
 - Decker, G., Wanner, G., Zenk, M.H. and Lottspeich, F., 2000. Characterization of proteins in latex of the opium poppy (*Papaver somniferum*) using two-dimensional gel electrophoresis and microsequencing. *Electrophoresis: An International Journal*, 21(16): 3500-3516.
 - Ertek, A., Şensoy, S., Kucukyumuk, C. and Gedik I., 2004. Irrigation frequency and amount affect yield components of summer squash (*Cucurbita pepo* L.). *Agricultural Water Management*, 67(1): 63-76.
 - Fabriki Orang, S. and Shamsini Ghiathovand, T., 2016. Investigating the effect of drought stress on the rate of phenolic, chlorophyll and alkaloid compounds of the whole medicinal plant (*Chelidonium majus* L.). *Second International Congress and Fourteenth National Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran*, 9-11 September, Guilan University, Rasht.
 - Fazeli Kakhki, S.F., Jalini, M., Rizvani, H. and Guldani, M., 2020. Effect of irrigation interval on morphological characteristics, yield components and seed oil of Evening primroses plant under field conditions. *Journal of water and sustainable development*, 3: 73-82.
 - Ghanavi, Z. Mollayi, S., Babaei, A.R. and Ghassempour, A.R., 2015. Quantitative measurements of alkaloids in *Chelidonium majus* at different altitudes of north Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plant*, 31(2). 307-314.
 - Gregory, P.J., 2006. *Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils)*. Blackwell Publishing, 318p.
 - Hassani, A., 2015. Investigating the effect of drought stress on the growth, yield and amount of essential oil of the medicinal plant (*Moldavica dracocephalum*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research*, 22(3): 261-256.
 - Hassani, M., Babaii, A. and Moslemkhani, K., 2016. Study of *Chelidonium majus* genetic diversity by ISSR in Iran. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*, 6(22): 91-96.
 - Heidarzadeh, A., Modarres-Sanavy, S.A.M. and Mokhtassi-Bidgoli, A., 2020. Effect of nitrogen on some quantitative and qualitative traits of *Dracocephalum kotschy* Boiss. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(3): 705-717.
 - Honório, A.B.M., De-la-Cruz-Chacón, I., Martínez-

Effects of irrigation interval and ammonium nitrate interaction on vegetative yield and alkaloid content of *Chelidonium majus* L. under pot culture conditions

P. Karimi¹, A. Sahraro¹, H. Zakizadeh², M.H. Biglouei^{2*} and B. Faraji¹

1- Department of Horticultural sciences, Faculty of Agricultural Science, Guilan University, Rasht, Iran

2*- Corresponding author, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, Guilan University, Rasht, Iran

E-mail: Biglou@Guilan.ac.ir

Abstract

Chelidonium majus L. has a special place among medicinal plants with its alkaloid and extensive pharmacological properties. To investigate the effects of irrigation interval and ammonium nitrate on some of this medicinal plant properties, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the research greenhouse of the Faculty of Agricultural Sciences, the University of Guilan, in 2017. The experimental factors included irrigation interval at three levels of 4 (I1), 8 (I2), and 12 (I3) days and ammonium nitrate at five levels of 0 (N0), 45 (N1), 60 (N2), 75 (N3), and 95 (N4) kg.ha⁻¹. The ANOVA results showed that the interaction of irrigation interval and nitrogen fertilizer was significant on root fresh weight, fresh and aerial parts dry weight, total dry weight, and root volume at 5% probability level and root dry weight, total fresh weight, and alkaloid content of roots or aerial parts at 1% probability level. The highest root fresh weight (68.92 g.plant⁻¹) was obtained in the I2N0 treatment. Also, the highest aerial parts fresh weight (33.54 g.plant⁻¹) and total plant fresh weight (92.92 g.plant⁻¹) were observed in the I2N4 treatment. The highest root (1.72 mg.g⁻¹ DW) and aerial parts (1.23 mg.g⁻¹ DW) alkaloid content was obtained in the I3N1 and I2N0 treatments, respectively. Overall, the 8-day irrigation interval with increasing the fertilizer amount and 12-day irrigation interval with less fertilizer amount (0-60 kg.ha⁻¹) treatments could be recommended in the production of *Ch. majus* under greenhouse cultivation, respectively in terms of yield and different parts alkaloid content.

Keywords: Alkaloid, *Chelidonium majus* L., root weight, nitrogen.